

# 样车试制阶段钣金件柔性检测手段

□ 浙江吉利汽车研究院/牛哲哲

开发出一套通用柔性检测工装，在样车试制阶段可以代替专用检具完成对零件关键尺寸的检测，同时可作为三坐标测量专用支架快速完成零件的装夹定位，辅以三坐标测量机快速完成零件的精密测量。



样车试制是整车设计研发中一个很重要的环节，通过样车的试制最大化地发现设计上的缺陷并解决这些缺陷，使设计由不成熟趋向于成熟。随着国产自主品牌设计研发由逆向研发逐渐转向正向研发，样车试制在整个研发阶段发挥着越来越大的作用。

汽车用钣金件具有型面复杂、

材料薄、尺寸多为空间尺寸等特点。传统汽车生产制造模式中一种钣金件开发一套专用检具，采用比较测量法对钣金件的精度进行检测。在样车试制阶段，因车身结构设计处于反复叠代、不断优化过程中，导致钣金零件设计变更频繁，零件状态大多为非正式工装模具样件。此阶段如大量开发钣金件

专用检具将产生巨大的设计变更费用，同时开发周期长，较难满足试制周期需求。针对上述问题，结合实际工作实践开发出一套通用柔性检测工装，在样车试制阶段可以代替专用检具完成对零件关键尺寸的检测，同时可作为三坐标测量专用支架快速完成零件的装夹定位，辅以三坐标测量机快速完成零件的精

密测量。该柔性检测工装，解决了现有技术中车身检测装置设计开发周期长，设计变更费用高的问题。

## 柔性检测工装特点

柔性检测工装的特点是在产品加工以及检测过程中保持零件的相对位置，从而保证最终产品技术要求中的位置精度。柔性检测工装不仅具有标准化、模块化、组合化等当代先进的设计思想，而且符合节约资源的原则，更适合绿色制造的环境保护理念。汽车钣金零件采用柔性检测工装，是指用同一检测工装系统完成形状尺寸不同的多种钣金零件的检测装备。无论是对尺寸系列，形状相似，还是尺寸、形状完全不同的工装，柔性检测工装都能正确、可靠、快速地定位检测。

汽车钣金零件普遍具有如下特点：形状复杂、不规则，因此定位、支撑、固持都比较麻烦；刚性较差、易变形、易引入附加误差。

汽车钣金零件所使用的柔性检测工装要克服传统工装交货期长、缺乏灵活性、单件成本大、更改费用高、储存费用大等缺点。所以柔性检测工装必须具备以下优点：组装快速，修改定位方便，可以重复使用，降低成本，占地面积小，对于标准模块化的零件，可以用计算机来设计，缩短制造周期。

## 柔性检测工装组成结构

基于柔性检测工装的特点，它由基础平台支架、定位支撑机构及卡板检测机构组成。

根据上述柔性工装以及汽车钣金件自身的特点，设计了一种便于检测钣金类零件的柔性检测工装，

其整体结构如图1所示。本工装适用于检测在工装工作台尺寸范围内的汽车钣金类零件及薄壁件，只需根据不同零件更换相应的检测卡板，即可方便地对零件进行检测。

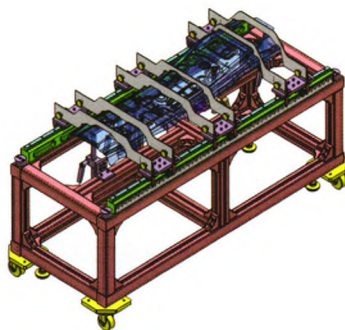


图1 钣金件柔性检测工装

## 柔性检测工装工艺流程

结合该柔性检测工装的特点，该柔性检测工装在使用过程中包含检测工装数模与待测零件数模匹配、检测卡板的设计、检测卡板的加工、柔性检测工装的安装检测、安装定位被检测零件、零件检测共计六步流程，工艺流程如下：检测工装数模与待测零件数模匹配→检测卡板→设计→检测卡板加工→柔性检测工装的安装检测→安装定位被检测零件→零件检测。

### 1.检测工装数模与待测零件数模匹配

第一步，通过CATIA、UGNX、Pro/Engineer等三维设计软件，将柔性检测工装标准三维数模导入待测钣金零件三维数模坐标系下。完成柔性检测工装标准三维数模与待测钣金零件空间相对位置的匹配工作。

第二步，根据待测钣金零件RPS图中RPS点的位置及坐标值，通过调整定位机构、支撑机构三维

数模的空间位置，保证定位、支撑点位置及坐标值与待测钣金件RPS点的位置及坐标值重合。

必须指出上述第一步和第二步存在紧密的关联及交叉操作。通过第一步和第二步的操作，使得柔性检测工装与待测钣金件的空间匹配达到最优，使得定位机构、支撑机构的空间位置满足待测钣金零件RPS点的位置要求。

### 2.检测卡板设计

检测卡板是柔性检测工装中唯一需要单独设计的非标零件。柔性检测工装三维数模与待测钣金件三维数模，在CATIA、UGNX、Pro/Engineer等三维设计软件中完成空间相对位置匹配后，根据待测钣金件图样中标注的需检测尺寸区域，设计相应的断面检测卡板。

(1) 设计基准选取。依据柔性检测工装的工作范围和平台基准设定检测卡板的位置和数量，在工装的工作坐标系下设定卡板的设计基准。

(2) 计算卡板外轮廓线。输入卡板偏置宽度，一般偏置3mm，部分超大零件根据需要进行偏置5mm。计算出钣金件理论外形和卡板参考面的交线，并根据宽度计算出该交线在卡板参考面上的偏置线，选取正确的偏置方向，生成外轮廓线。

(3) 构建封闭草图。将卡板外轮廓线加入草图，卡板外轮廓曲线与卡板端头外侧的直轮廓线（或其延长线）相交，使它们互为边界进行剪切，在不同的剪切情况之间进行切换，直至剪切准确无误。

按照以上方法，依据待测钣金

件的检测需求设计其余检测卡板，标定卡板编号以及每个卡板在工作坐标系下安装的标尺数据。断面检测卡板结构如图2所示。



图2 断面检测卡板

### 3. 检测卡板加工

为便于操作，检测卡板在满足一定强度，保证在检测过程中不发生弯曲变形的前提下，应优选轻量化的材质。所以根据检测卡板的厚度不同，优先选用的卡板材质也不相同。卡板厚度 $\leq 3\text{mm}$ 优先选用冷轧钢板，卡板厚度 $> 3\text{mm}$ 优先选用铝板或ABS树脂板。

卡板材料选择后根据其选择的材质确定加工方式，如选用冷轧钢板制作卡板，应优选激光切割的方式进行加工；如选用铝板制作卡板，应优选线切割的方式进行加工；如选用ABS树脂板制作卡板，应优选CNC加工的方式进行加工。也可根据实际生产现场所具备的资源规划相应的加工工艺。

### 4. 柔性检测工装的安装检测

柔性检测工装在装配完成后要对各工作平面、标尺及卡板检测机构上的定位指针进行检测，保证各系统相对于工装坐标系的准确。通过三坐标检测设备以基础平台支架三个基准块为坐标基准建立坐标系，对检测卡板的安装滑轨平面进行检测使其符合设计要求，对检测卡板定位标尺及定位指针进行检测，保证标尺的0刻度及定位指针的坐标数值与工装三维数模中的理论数值相同。

需要指出的是，上述检测调整工作只需在柔性检测工装初次装配以及对检测工装校准时进行。如果工装基础结构形式未发生变化，那么在检测零件之前不需要再次执行上述操作。

### 5. 安装定位被检测零件

首先根据柔性检测工装三维数模中定位机构、支撑机构的理论空间位置，完成定位机构、支撑机构各标准件的选型及组合装配工作。通过三坐标检测设备以基础平台支架三个基准块为坐标基准建立坐标系，对定位机构上的定位销及支撑机构上的磁性支撑块进行检测。因定位销及磁性支撑块均具备X、Y、Z三方向可调整功能，并可以通过加减调整垫片方式进行位置精度的精密调整。通过精细调整保证各定位支撑点的空间坐标值与待测零件对应的RPS点坐标值相同。

将被检测零件放置在调整检测完毕的定位、支撑机构上，此时零件的位置就是检测的理论位置。

### 6. 零件检测

通过移动直线导轨上的每一组卡板检测组件，保证其上面的定位指针对应的标尺刻度值与匹配完成的三维数模理论数值一致，锁止每组卡板检测组件上的导轨锁止器，将对应编号的断面检测卡板装配到对应的卡板检测机构上，通过卡板锁紧旋钮进行锁紧，通过间隙尺直接测量零件与卡板之间的间隙，检测时，间隙尺的直边须与卡板测量基准面贴合，读数时以零件与间隙尺的接触点为读数点。通过实际检测的间隙值与理论间隙值进行对比，以评判该检测部位是否合格。

通过上述检测方式可快速完成批量待测零件关键部位尺寸精度检测的工作。

同时，将待测零件固定在该柔性检测工装上后，亦可作为三坐标测量支架配合三坐标检测设备完成零件全部特征精度检测。

## 结语

与传统专用检具相比较，此柔性检测工装的主要优点包括：可以快速进行不同车型、不同位置、不同工序的汽车钣金件等薄壁零件的检测工作，装置安装简单，零件测量状态稳定，柔性化程度高，可以保证准确完成零件检测分析的同时，减少或代替因专用检具的开发而带来的高成本、长周期；同时，此装置体积小、质量轻，移动轻便、存放容易、不占用空间。在样车试制阶段可以代替专用检具完成对零件关键尺寸的检测，同时可作为三坐标测量专用支架快速完成零件的装夹定位，辅以三坐标检测设备快速完成零件的精密测量。

AUTO1950



牛哲哲

河北衡水人

吉利汽车研究院试制主管工程师，主要研究方向：柔性试制